

KECSKEMÉTI FŐISKOLA
KERTÉSZETI FŐISKOLAI KAR



GAZDÁLKODÁS ÉS MENEDZSMENT
TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

„Környezettudatos gazdálkodás
és menedzsment”

PROGRAMFÜZET

2013. szeptember 5.
KECSKEMÉT



MARKETING SZEKCIÓ

Tudósház 314. terem

Elnök:	Dr. Kopcsay László
Társelnök:	Dr. Baglyas Ferenc
14 ⁰⁰ –14 ¹⁵	Kopcsay László: A magyarországi élelmiszer diszkont-hálózatok eltérő stratégiái a fogyasztói elvárások teljesítése érdekében
14 ¹⁵ –14 ³⁰	Szigeti Gábor: Egy változós lineáris regresszió forgatáson alapuló változata
14 ³⁰ –14 ⁴⁵	Lányi Beatrix: A humán tényező hatása az innováció sikerességére a hazai biotechnológiai iparágban
14 ⁴⁵ –15 ⁰⁰	Ferenc Baglyas – Zsófia Szuhai: Preference of grapevine varieties and wines of the world
15 ⁰⁰ –15 ¹⁵	Ferenc Baglyas: Applying confidence interval method to find statistical differences in wine purchasing behaviour
15 ¹⁵ –15 ³⁰	Földi Katalin: Kelet-magyarországi élelmiszer vásárlói szokások kvalitatív kutatása
15 ³⁰ –15 ⁴⁵	Szabó Dániel Róbert: Reklámkampányok térbeli vetületei, különös tekintettel a reklámzenékre mint marketingkommunikációs eszközökre
15 ⁴⁵ –16 ⁰⁰	Gerdesics Viktória: Horvátország – „Az Európai Unió új turisztika csillaga”
16 ⁰⁰ –16 ¹⁵	Terék Edit – Bojana Gligorovic – Milan Nikolic: Zöld marketing
16 ¹⁵ –16 ³⁰	Kávészünet
16 ³⁰ –16 ⁴⁵	Hargitai Dávid Máté: A magyar sportszponzorációs piac Európa tükrében
16 ⁴⁵ –17 ⁰⁰	Fehérvölgyi Beáta – Péter Erzsébet – Keller Krisztina: A kommunikáció fontossága, avagy a zalakárosi turisták utazással kapcsolatos preferenciái

KÖRNYEZETTUDOMÁNYI SZEKCIÓ

Tudósház 310. terem

Elnök:	Dr. Hoyk Edit
Titkár:	Dr. Pető Judit
14 ⁰⁰ –14 ¹⁵	Hoyk Edit – Farkas Jenő Zsolt – Vecseri Csaba: Talajvízszint és halastavi gazdálkodás összefüggése a Duna-Tisza közén
14 ¹⁵ –14 ³⁰	Zseni Anikó – Bulla Miklós: A komplex tudástér modell és a vízgyűjtő-gazdálkodás tervezés
14 ³⁰ –14 ⁴⁵	Pető Judit – Hüvely Attila – Nagy József: Vízfertőtlenítés forgatott rendszerekben – mód és hatékonyság
14 ⁴⁵ –15 ⁰⁰	Kulcsár Balázs: Kilátások az országos termálvíz hasznosítás szerkezetére az Észak-alföldi régió vizsgálatai alapján
15 ⁰⁰ –15 ¹⁵	D. Németh Zsuzsanna: Agricultural Machinery Park and the carbon dioxide emission in Hungary /A mezőgazdasági géppálmány és a szén-dioxid kibocsátás Magyarországon/
15 ¹⁵ –15 ³⁰	Nagy Attila – Riezu Péter – Tamás János: Vízhiány okozta stressz spektrális és hőtani módszerekkel történő vizsgálata gyümölcsfákon
15 ³⁰ –15 ⁴⁵	Gáspár Gergely – Keresztes Gábor: A zöld innováció jelene és lehetőségei
15 ⁴⁵ –16 ⁰⁰	Tóth András József – Mizsey Péter: Metanol tartalmú gyógyszeripari hulladékvíz kezelése
16 ⁰⁰ –16 ¹⁵	Saleh Mohamed Rashad Z: Energy management and the economic development
16 ¹⁵ –16 ³⁰	Kávészünet
16 ³⁰ –16 ⁴⁵	Saleh Mohamed Rashad Z – Mohamed Itimad Ibrahim G: Employment issue in CEEC for economic development
16 ⁴⁵ –17 ⁰⁰	Hüvely Attila – Pető Judit – Rácz-Pintér Sándor – Fazekas Enikő: Szabadföldi paradicsom egyes növényi részeinek arzéntartalma arzénrel szennyezett öntözővíz hatására

METANOL TARTALMÚ GYÓGYSZERGYÁRI HULLADÉKVÍZ KEZELÉSE

Tóth András József¹-Mizsey Péter^{1,2}

¹Doktorandusz, Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111, Budapest, Budafoki út 8., tel.: +36 1 463 2202,
mizsey@mail.bme.hu

²Tanszékvezető egyetemi tanár, Műszaki Kémiai Kutatóintézet,
Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10., tel.: +36 1 463 2035,
andras86@kkft.bme.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

A munka egy gyógyszeriparban keletkező alacsony metanol tartalmú technológiai hulladékvíz organofil pervaporációval történő kezelését mutatja be. Pervaporáció esetén a komponenseknek a membrán aktív rétegében való oldhatósága és diffuzivitása határozza meg az elválasztást (oldódás-diffúziós modell). Organofil pervaporációval eltávolítható a kis mennyiségű illékony szerves anyag (Volatile Organic Compound, VOC) a vízből. A tanulmányban két különböző transzportmodell illeszkedését vizsgáltuk két membrántípussal (Sulzer PERVAP 4060 és 2211) végzett pervaporációs kísérletek alapján. A modelleket folyamat szimulációs szoftverbe programozva pervaporáló berendezést terveztünk. Az eredményeket összehasonlítottuk a desztillációval történő elválasztással is.

SUMMARY

The work presented by organophilic pervaporation treatment of low methanol content pharmaceutical process wastewater. Pervaporation separation of the event is determined by the solubility and diffusivity of components in the active layer of the membrane (solubility-diffusivity model). If determined by the pervaporation separation (dissolution-diffusion model) of components of the membrane solubility and diffusivity of the active layer. A small amount of Volatile Organic Compound (VOC's) can be removed with organophilic pervaporation. The study examined two different transport models fit under pervaporation experiments with two types of membranes (Sulzer PERVAP 4060 and 2211). We programmed these models in process simulation software and we designed pervaporation equipment. The results are also compared with distillation separation.

1. BEVETÉS

A pervaporációs membrán szeparáció ipari alkalmazása egyre inkább terjed az utóbbi évtizedekben, köszönhetően a hagyományos elválasztási technikákhoz (desztilláció, adszorpció, stb.) mérten kisebb energiafelhasználásának, magas szelektivitás biztosítása mellett (Baker, 2004; Rautenbach et al., 1990). A folyadék elegyek elválasztásán belül egyik legfőbb alkalmazási területe a különböző azeotropot képező vizes oldószer elegyek vízmentesítése (Baelen et al., 2005, Koczka et al., 2007). Az elválasztás extra komponens hozzáadása nélkül elvégezhető, a kinyert oldószer és víz újrahasznosítható, így elmondható hogy a pervaporáció környezetkímélő eljárás.

Bonyolult elválasztási problémák esetén nagyobb hatékonysággal alkalmazható más, hagyományos elválasztási módszerekhez csatoltan, úgynevezett hibrid szeparációs eljárásként (Lipnizki et al., 1999). Ezáltal jobb termékminőség valósítható meg alacsonyabb költségek és energiafelhasználás mellett, a fenntartható fejlődés céljainak megfelelően.

Ilyen hibrid elválasztási folyamatok tervezéséhez és optimalizálásához elengedhetetlen eszköz a megfelelő számítógépes modellezés, melyhez a folyamatokat minél jobban leíró modellekre van szükség (Marriott és Sorensen, 2008; Valentinyi et al., 2012; Valentinyi et al., 2013).

2. A PERVAPORÁCIÓ MODELLEZÉSE

Az irodalmakban fellelhető pervaporációs modellek közül munkánk során Rautenbach oldódás-diffúziós modelljét vettük alapul. A modell a pervaporáció folyamatát a következő lépésekben definiálja (Rautenbach et al., 1990):

- a célkomponens adszorpciója a membrán szelektív rétegében,
- a komponens diffúziója a membrán anyagán keresztül,
- a célkomponens deszorpciója a gőzoldalon.

A modell szerint a folyamat hajtóereje a kémiai potenciálkülönbség a membrán két oldala között, mely koncentráció-különbségre egyszerűsíthető a membránon belül állandó nyomásérték feltételezésével. A modell alkalmazható kétrétegű kompozit membránokra, ez esetben a porózus támasztórétegben a nyomáskülönbség elhanyagolható.

A fluxus a következőképp fejezhető ki a modell szerint:

$$J_i = \frac{1}{1 + \left(\frac{\bar{D}_i}{Q_0 \cdot p_{i0} \cdot \gamma_i} \right)} \cdot \frac{\bar{D}_i}{\gamma_i} \left(\frac{p_{i1} - p_{i3}}{p_{i0}} \right), i=(1,...,k)$$

Ahol p_{i1} és p_{i3} i komponens nyomása a betáplálási és a permeát oldalon (bar), p_{i0} a tiszta i komponens tenziója, Q_0 a porózus támasztórétegre vonatkozó permeabilitási tényező ($\text{kmol/m}^2\text{hbar}$), γ_i közepes aktivitási együttható (-), \bar{D}_i pedig a transzportegyüttható ($\text{kmol/m}^2\text{h}$), melynek koncentrációfüggését Rautenbach elhanyagolhatónak feltételezte. Az aktivitási együttható különböző modellekkel határozható meg, pl., UNIQUAC, Wilson.

Ezt a modellt (Modell I) alkalmazva különböző alkoholok vízmentesítésére megfigyelhető, hogy bár alacsony betáplálási szerves anyag koncentrációknál a számított fluxusok jó egyezést mutatnak a kísérleti eredményekkel, magasabb kezdeti organofil tartalmak esetében jelentősen különböztek a mért és számított értékek (Csefalvay et al., 2008). Tekintetbe véve, hogy az iparban magasabb kiindulási koncentrációk is előfordulhatnak, a meglévő modell fejlesztése vált szükségessé.

Munkánk során Rautenbach modelljét kiegészítettük egy exponenciális faktorral, mely tartalmazza az i komponens betáplálási koncentrációját (Modell II).

$$J_i = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{[\bar{D}_i \cdot \exp(B \cdot x_{i1})]}{Q_0 \cdot p_{i0} \cdot \gamma_i} \right\}} \cdot \frac{[\bar{D}_i \cdot \exp(B \cdot x_{i1})]}{\gamma_i} \cdot \left(\frac{p_{i1} - p_{i3}}{p_{i0}} \right), i=(1,...,k)$$

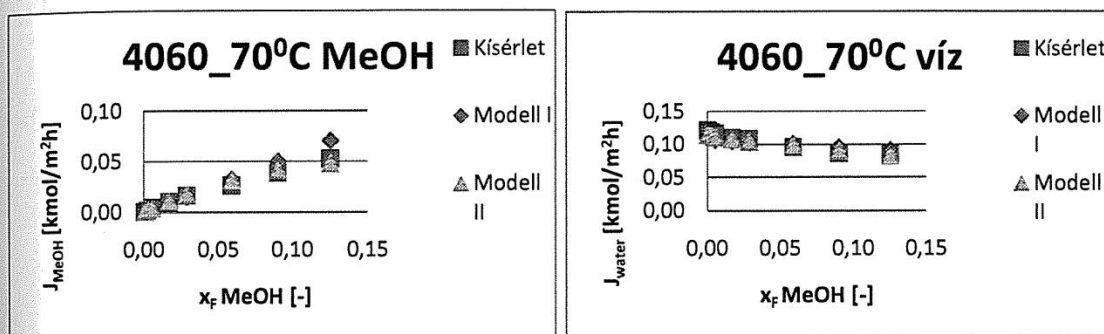
Mivel mind a két modell félempirikus, az adott elegyre és az adott membrán anyagára vonatkozó megbízható kísérleti eredmények szükségesek a különböző paraméterek meghatározásához. A Q_0 , \bar{D}_i , E_i és B paramétereket Statistica programmal végzett paraméterillesztéssel kaptuk meg.

3. KÍSÉRLETI RÉSZ

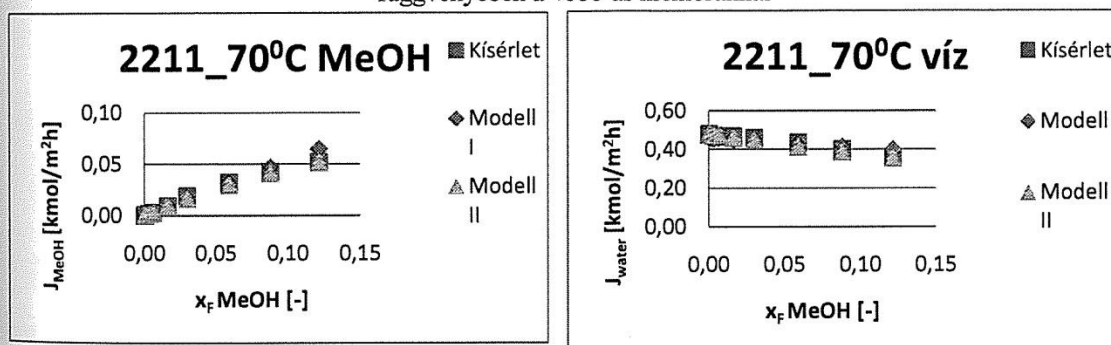
A modellezéshez szükséges kísérleteket metanol-víz elegyen végeztük, a SULZER cég által gyártott PERVAP 4060-as és 2211-es kereskedelmi forgalomban kapható organofil kompozit lapmembránokon. A méréseket CM Celfa Membrantechnik AG P-28 típusú membránszűrő berendezésen hajtottuk végre, melynek hasznos felülete 28 cm^2 . A permeát oldalon az állandó 2 torr vákuumot VACUUMBRAND PC2003 VARIO típusú vákuumszivattyúval biztosítottuk. A méréseket izoterm körülmények között végeztük három különböző hőmérsékleten (50, 60, 70°C). Az 500 ml térfogatú betáplálási elegyek 0,05-20 m/m % metanolt tartalmaztak. A permeátumot folyékony nitrogén hűtésű csapdában gyűjtöttük, az összetételeket Shimadzu gázkromatográffal elemeztük.

4. EREDMÉNYEK

Az 1-4. ábrákon láthatóak a mért és a kétféle modellel modellezett parciális fluxusok összehasonlítása 70°C hőmérsékleten. Látható, hogy míg alacsonyabb alkoholtartalom esetén a Modell I szerint modellezett fluxusok jól közelítik a mért értékeket, addig magasabb koncentrációnál jelentős eltérés tapasztalható. A Rautenbach-féle modellt kiegészítve az exponenciális tényezővel (Modell II) jó egyezés tapasztalható a mért és számított értékek között magasabb kezdeti metanol tartalomnál is.



1-2. ábra: A mért és modellezett MeOH, illetve víz parciális fluxusok a betáplálási MeOH-tartalom függvényében a 4060-as membránnál



3-4. ábra: A mért és modellezett MeOH, illetve víz parciális fluxusok a betáplálási MeOH-tartalom függvényében a 2211-es membránnál

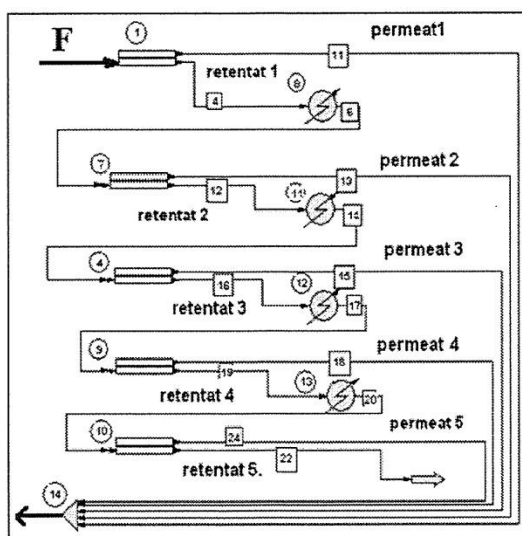
Az 1. táblázatban az összes hőmérsékleten mért és számított parciális fluxusok relatív különbségének négyzetösszege szerepel. A Modell II-nél kisebbek a számok, tehát ez a modell illeszkedik jobban a kísérleti eredményekre.

1. táblázat: Célfüggvények

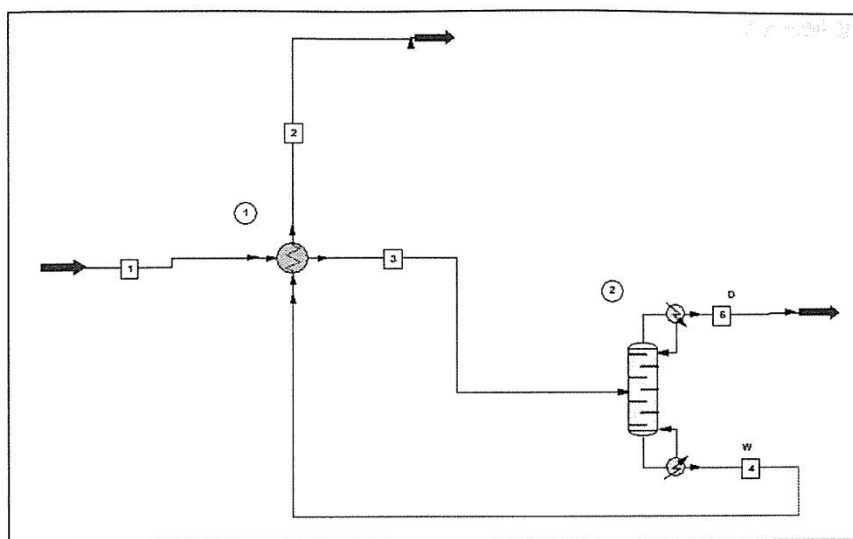
	4060		2211	
	CF_Víz	CF_MeOH	CF_Víz	CF_MeOH
Modell I	0,17	2,10	0,09	0,89
Modell II	0,11	0,87	0,01	0,48

A kiegészített modell jobb illeszkedésének oka valószínűsíthetően a transzportoefficiens koncentrációfüggésében rejlik. A Fick-féle diffúziós együtthatóról köztudott, hogy erősen koncentrációfüggő, számos irodalomban található javasolt exponenciális összefüggés a diffúziós együttható és a kiindulási koncentráció között. Rautenbach szerint a transzportoefficiens ezzel szemben elhanyagolható mértékben függ a kezdeti koncentrációtól. Az általunk végzett laboratóriumi mérések eredményei arra engednek következtetni, hogy a transzportoefficiens is koncentrációfüggő.

Ezután a ChemCAD szoftverbe beprogramoztuk a modelleket és lefuttattuk a kísérleti beállításokat. A Modell I-nél 6%, a II-nél 13% volt az eltérés. Következő lépésként ipari adatok felhasználásával (500-20000 ppm MeOH, 4170 kg/h) izoterm pervaporálót, majd ezt követően adiabatikus körülményeket feltételező berendezést terveztünk. Számításaink szerint a MeOH-szennyezés 1 ppm-re való csökkentéséhez 500 m² nagyságú membránfelület szükséges (5. ábra). Ezt a feladatot egy hőintegrált, 10 elméleti tányérszámú 2-es refluxal üzemelő, folyamatos üzemű desztilláló oszlop (6. ábra) tudja teljesíteni.



5. ábra: Pervaporáció modellezése adiabatikus körülmények feltételezésével



6. ábra: Hőintegrált, folyamatos üzemű desztilláló oszlop modellezése

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során a Rautenbach-féle oldódás-diffúziós pervaporációs modell fejlesztését és laboratóriumi mérési eredményeken alapuló ellenőrzését végeztük el. Az általunk továbbfejlesztett modell jól illeszkedik a mért fluxus értékekre. Ezt a transzportkoefficiens Rautenbach által elhanyagolhatónak vélt koncentrációfüggésének felülvizsgálatával, egy exponenciális függés feltételezésével értük el. Folyamat szimulációs szoftverek segítségével a korrigált modell alkalmas a pervaporáció folyamatának megbízható tervezésére és optimalizálására. Köszönjük a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0072 és a KMR - 12-1-2012-0066 pályázatok támogatását.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. R.W. Baker (Ed.) (2004): Membrane Technology and Applications, Second ed., John Wiley & Sons.
2. R. Rautenbach, C. Herion, U. Meyer-Blumentoth (1990): Pervaporation membrane separation processes, in: R.Y.M. Huang (Ed.), Membrane Science and Technology Series, vol. 1. Chapter 3, Elsevier, pp. 181–191.
3. D. Van Baelen, B. Van der Bruggen, K. Van den Dungen, J. Degreve, C. Vandecasteele (2005): Pervaporation of water-alcohol mixtures and acetic acid-water mixtures, Chem. Eng. Sci. 60, pp. 1583–1590.
4. K. Koczka, J. Manczinger, P. Mizsey, Z. Fonyó (2007): Novel hybrid separation processes based on pervaporation for THF recovery, Chem. Eng. Process. 46, pp. 239–246.
5. F. Lipnizki, R.W. Field, P.-K. Ten (1999): Pervaporation-based hybrid process: a review of process design, application and economics, J. Membr. Sci. 153, pp. 183–210.
6. J. Marriott, E. Sorensen (2003): A general approach to modeling membrane modules, Chem. Eng. Sci. 58, pp. 4975–4990.
7. E. Cséfalvay, Z. Sztikai, P. Mizsey, Z. Fonyó (2008): Experimental data based modelling and simulation of isopropanol dehydration by pervaporation, Desalination, 229, pp. 94–108.
8. N. Valentinyi, E. Cséfalvay, P. Mizsey (2013): Modelling of pervaporation: parameter estimation and model development, Chemical Engineering Research & Design, 91/1, pp. 174–183.
9. N. Valentinyi, E. Cséfalvay, P. Mizsey (2012): Pervaporációs modell fejlesztése izobutanol-víz elegyen végzett kísérletek alapján, Műszaki Kémiai Napok, pp. 54–58.